

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representation of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY

As rescanning documents *will not* correct images, please do not report the images to the Image Problem Mailbox.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

© EPODOC / EPO

PN - JP2001284704 A 20011012
PD - 2001-10-12
PR - JP20000091436 20000329
OPD - 2000-03-29
TI - SEMICONDUCTOR LASER DEVICE
IN - FUKUNAGA TOSHIKI
PA - FUJI PHOTO FILM CO LTD
IC - H01S5/042 ; H01S5/022 ; H01S5/323

© WPI / DERWENT

TI - Semiconductor laser device has heat sink with projection higher than depth in substrate and another heat sink respectively bonded to n side and p side electrodes in substrate using soldering material

PR - JP20000091436 20000329

PN - JP2001284704 A 20011012 DW200222 H01S5/042 006pp

PA - (FUJF) FUJI PHOTO FILM CO LTD

IC - H01S5/022 ;H01S5/042 ;H01S5/323

AB - JP2001284704 NOVELTY - Semiconductor laser device includes a groove formed on the rear side of the substrate (11). P side electrode (22) and n side electrode (24) are respectively provided to the groove and other side of the substrate. A heat sink (29) having projection of height greater than the depth of groove and another heat sink (27) are respectively bonded to the electrodes using soldering materials (28,26).

- USE - Semiconductor laser device.
- ADVANTAGE - Heat dissipation and optical power are improved, hence reliable semiconductor laser device is obtained.
- DESCRIPTION OF DRAWING(S) - The drawing shows a sectional view of semiconductor laser device.
- substrate 11
- buffer layer 12
- etching layer 13
- contact layer 14
- clad layers 15,19
- light wave guide layer 16,18
- active layer 17

THIS PAGE BLANK (USPTO)

- contact layer 20
- p and n side electrodes 22,24
- heat sinks 27,29
- soldering materials 28,26
- (Dwg.1/4)

OPD - 2000-03-29

AN - 2002-167173 [22]

© PAJ / JPO

PN - JP2001284704 A 20011012

PD - 2001-10-12

AP - JP20000091436 20000329

IN - FUKUNAGA TOSHIKI

PA - FUJI PHOTO FILM CO LTD

TI - SEMICONDUCTOR LASER DEVICE

AB - PROBLEM TO BE SOLVED: To improve characteristic and reliability of a semiconductor laser device by improving heat dissipating property.

- SOLUTION: An n-GaAs buffer layer 12, an n-In_{0.49}Ga_{0.51}P etching barrier layer 13, an n-GaAs contact layer 14, an n-Ga_{1-z}Al_zAs lower clad layer 15, an n or i-In_{0.49}Ga_{0.51}P lower optical waveguide layer 16, an In_x3Ga_{1-x}As-1y3Py3 quantum well active layer 17, a p or i-In_{0.49}Ga_{0.51}P upper optical waveguide layer 18, a p-Ga_{1-z}Al_zAs upper clad layer 19 and a p-GaAs contact layer 20 are grown on an n-GaAs substrate 11. An insulating film 21 is formed on the contact layer 20, and a stripe whose width is about 200 μ m is formed. A P-side electrode 22 is formed on the stripe. The substrate 11, the buffer layer 12 and the etching barrier layer 13 which are positioned on a region corresponding to the stripe of 200 μ m and whose widths are 300 μ m are eliminated, and an N-side electrode 24 is formed. The P-side electrode 22 is bonded to a heat sink 27 by using solder material 26, and a heat sink 29 having a protruding part is bonded to the N-side electrode 24 by using solder material 28.

I - H01S5/042 ;H01S5/022 ;H01S5/323

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2001-284704

(P2001-284704A)

(43)公開日 平成13年10月12日(2001.10.12)

(51)Int.Cl.⁷

H 0 1 S 5/042
5/022
5/323

識別記号

6 1 0

F I

H 0 1 S 5/042
5/022
5/323

テーマコード(参考)

6 1 0 5 F 0 7 3

審査請求 未請求 請求項の数4 O L (全 6 頁)

(21)出願番号

特願2000-91436(P2000-91436)

(22)出願日

平成12年3月29日(2000.3.29)

(71)出願人 000005201

富士写真フイルム株式会社

神奈川県南足柄市中沼210番地

(72)発明者 福永 敏明

神奈川県足柄上郡開成町宮台798番地 富

士写真フイルム株式会社内

(74)代理人 100073184

弁理士 柳田 征史 (外1名)

Fターム(参考) 5F073 AA53 AA74 CA12 CB02 DA05

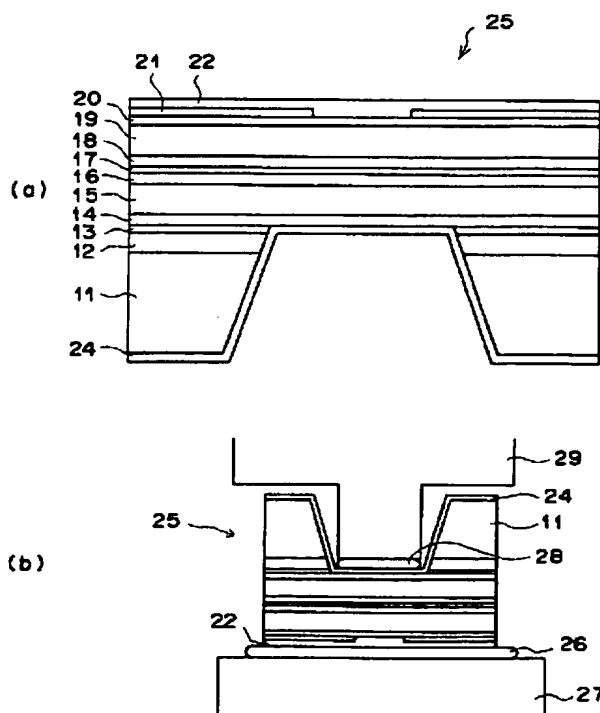
DA22 EA28 FA14 FA15

(54)【発明の名称】 半導体レーザ装置

(57)【要約】

【課題】 半導体レーザ装置において、放熱性を向上させ、特性および信頼性を高める。

【解決手段】 n-GaAs基板11上に、n-GaAs Λ° 777層12、n-In_{0.49}Ga_{0.51}P Λ° 777層13、n-GaAsコンタクト層14、n-Ga_{1-z1}Al_{z1}As下部クラッド層15、nあるいはi-In_{0.49}Ga_{0.51}P下部光導波層16、In_{x3}Ga_{1-x3}As_{1-y3}Py₃量子井戸活性層17、pあるいはi-In_{0.49}Ga_{0.51}P上部光導波層18、p-Ga_{1-z1}Al_{z1}As上部クラッド層19、p-GaAsコンタクト層20を成長する。その上に絶縁膜21を形成して幅200 μ m程度のストライプを形成し、その上にp側電極22を形成する。上記200 μ mストライプに対応した領域の幅300 μ mの、GaAs基板11、n-GaAs Λ° 777層12およびn-In_{0.49}Ga_{0.51}P Λ° 777層13を除去し、n側電極24を形成する。次にp側電極22をヒートシンク27にろう材26で接着し、引き続きn側電極24に凸部を有するヒートシンク29をろう材28で接着する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 第一導電型基板上に、少なくとも、第一導電型下部クラッド層、第一導電型あるいはアンドープの下部光導波層、活性層、第二導電型またはアンドープの上部光導波層、第二導電型上部クラッド層、第二導電型コンタクト層および一対の電極の一方がこの順に積層されており、ストライプ構造を備えている半導体レーザ素子が、該一方の電極側をろう材により第一のヒートシンクに接着されてなる半導体レーザ装置において、前記基板が、前記ストライプ構造のストライプ幅より大きい幅で、前記基板の裏面から下部クラッド層に至るまでの途中の深さで、溝状に除去されており、該溝の表面および前記基板の裏面に他方の電極が形成されており、前記溝の深さより大きい高さの凸部を有する第二のヒートシンクが、該他方の電極に、該凸部の上面と前記溝底辺が合致するように、ろう材により接着されていることを特徴とする半導体レーザ装置。

【請求項2】 第一導電型基板上に、少なくとも、エッチング阻止層、第一導電型コンタクト層、第一導電型下部クラッド層、第一導電型あるいはアンドープの下部光導波層、活性層、第二導電型またはアンドープの上部光導波層、第二導電型上部クラッド層、第二導電型コンタクト層および一対の電極の一方がこの順に積層されており、ストライプ構造を備えている半導体レーザ素子が、該一方の電極側をろう材により第一のヒートシンクに接着されてなる半導体レーザ装置において、前記基板および前記エッチング阻止層が、前記ストライプ構造のストライプ幅より大きい幅で除去されて、溝が形成されており、該溝の表面および前記基板の裏面に他方の電極が形成されており、前記溝の深さより大きい高さの凸部を有する第二のヒートシンクが、該他方の電極に、該凸部の上面と前記溝底辺が合致するように、ろう材により接着されていることを特徴とする半導体レーザ装置。

【請求項3】 前記基板がGaAsからなり、かつ、前記エッチング阻止層がInGaPからなることを特徴とする請求項1または2記載の半導体レーザ装置。

【請求項4】 前記各ヒートシンクが、Cu、AlN、SiCまたはダイヤモンドからなることを特徴とする請求項1、2または3記載の半導体レーザ装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、半導体レーザ装置に関し、特に、光が導波する方向に垂直な端面での発熱が大きい半導体レーザ装置に関するものである。

【0002】

【本発明と比較するために作製した技術】805nm帯の半導体レーザ装置として、1998年発行のApplied Physics

Letters, Vol. 72, No. 1, pp. 4-6において、J.K. Wade氏らによって、6.1 W continuous wave front-facet power from Al-free active-region ($\lambda=805$ nm) diode lasersが報告されている。この半導体レーザ装置は、活性領域にAlを含まないInGaAsPを活性層とし、InGaPを光導波層とし、クラッド層をInAlGaPとした構造である。上記文献においては、高出力特性を改善するために、活性層の光密度を低減する構造として、光導波層の厚みを広くした、LOC (Large Optical Cavity) 構造が考案されており、これにより、最高光出力が増大されることが報告されている。但し、最高光出力は、端面での光吸収により流れる電流によって発熱し、その発熱により端面温度が上昇し、さらに端面でのバンドギャップが小さくなりさらに光吸収が多くなるという循環により端面が破壊されるCOMD (Catastrophic optical mirror damage) 現象により低下するという問題がある。また、このCOMDに達する光出力は経時により劣化し、半導体レーザが突然、駆動停止する可能性が高くなる。よって、高出力駆動で、高信頼性が得られないという欠点がある。

【0003】また、活性層がAlフリーな0.8 μ m帯の半導体レーザとして、1995年発行のJpn. J. Appl. Phys. Vol. 34, pp. L1175-L1177.において、本出願人により、Highly Reliable Operation of High-Power InGaAsP/InGaP/AlGaAs 0.8 μ m Separate Confinement Heterostructure Lasersが報告されている。この半導体レーザは、n-GaAs基板に、n-AlGaAsクラッド層、i-InGaP光導波層、InGaAsP量子井戸活性層、i-InGaP光導波層、p-AlGaAsクラッド層、p-GaAsキャップ層からなるものである。しかし、この半導体レーザにおいても、放熱特性が良くなく、最高光出力が1.8Wと低いという欠点があった。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】上記のように、半導体レーザ装置において、放熱不良により最大光出力が向上できないという問題があった。

【0005】本発明は上記事情に鑑みて、半導体レーザ装置において、放熱特性を改善して、高出力発振下においても信頼性の高い半導体レーザ装置を提供することを目的とするものである。

【0006】

【課題を解決するための手段】本発明の半導体レーザ装置は、第一導電型基板上に、少なくとも、第一導電型下部クラッド層、第一導電型あるいはアンドープの下部光導波層、活性層、第二導電型またはアンドープの上部光導波層、第二導電型上部クラッド層、第二導電型コンタクト層、一対の電極の一方がこの順に積層されており、ストライプ構造を備えている半導体レーザ素子が、該一方の電極側をろう材により第一のヒートシンクに接着されてなる半導体レーザ装置において、基板が、ストライプ構造のストライプ幅より大きい幅で、前記基板の裏面から下部クラッド層に至るまでの途中の深さで、溝状に

除去されており、溝の表面および基板の裏面に他方の電極が形成されており、溝の深さより大きい高さの凸部を有する第二のヒートシンクが、他方の電極に、凸部の上面と溝底辺が合致するように、ろう材により接着されていることを特徴とするものである。

【0007】ここで、上記「基板の裏面」とは、基板において、下部クラッド層が形成されている面と反対側の面のことを示す。

【0008】また、本発明の別の半導体レーザ装置は、第一導電型基板上に、少なくとも、エッチング阻止層、第一導電型コンタクト層、第一導電型下部クラッド層、第一導電型あるいはアンドープの下部光導波層、活性層、第二導電型またはアンドープの上部光導波層、第二導電型上部クラッド層、第二導電型コンタクト層および一対の電極の一方がこの順に積層されており、ストライプ構造を備えている半導体レーザ素子が、該一方の電極側をろう材により第一のヒートシンクに接着されてなる半導体レーザ装置において、前記基板およびエッチング阻止層が、ストライプ構造のストライプ幅より大きい幅で除去されて、溝が形成されており、該溝の表面および基板の裏面に他方の電極が形成されており、溝の深さより大きい高さの凸部を有する第二のヒートシンクが、該他方の電極に、該凸部の上面と溝底辺が合致するように、ろう材により接着されていることを特徴とするものである。

【0009】基板はGaAsからなり、かつ、エッチング阻止層はInGaPからなるものであってもよい。

【0010】各ヒートシンクは、Cu、AlN、SiCまたはダイヤモンドからなることが望ましい。

【0011】上記第一導電型と第二導電型は互いに導電性が逆であり、例えば第一導電型がp型であれば、第二導電型はn型であることを示す。また、アンドープとは、p型あるいはn型の不純物がドーパされていないことを示す。

【0012】

【発明の効果】本発明の半導体レーザ装置によれば、ストライプ構造を備えている半導体レーザ素子の一方の電極がろう材により第一のヒートシンクに接着されてなる半導体レーザ装置であって、基板がストライプ幅より大きい幅で溝状に除去されており、該溝の表面および基板の裏面に他方の電極が形成されており、溝の深さより大きい高さの凸部を有する第二のヒートシンクが、凸部の上面と溝底辺が合致するようにろう材により接着されている構造であるので、電極が形成されている2つの面から放熱が可能であるので、放熱性が向上される。従って、光出力の増加による光吸収の増大で発生する端面の発熱によって生じる端面破壊を抑制でき、その端面破壊が起こる光出力を大幅に向上できる。特に、基板を溝状に除去することにより、ヒートシンクを活性層からほぼ下部クラッド層の厚さの距離まで近づけることができ、

放熱性を高めることができる。

【0013】また、基板が除去される溝幅は、ストライプ幅より広いことから、特にストライプ幅が小さい半導体レーザ素子においては、高電流駆動時であっても放熱性が良く、高出力まで基本横モード発振が可能である。よって、高出力発振下においても信頼性の高い半導体レーザ装置を得ることができる。

【0014】また、本発明の別の半導体レーザ装置によれば、基板上に、エッチング阻止層、コンタクト層が形成されており、前記基板とエッチング阻止層がストライプ幅より大きい幅で除去されて、溝が形成されており、該溝の表面および基板の裏面に他方の電極が形成されており、溝の深さより大きい高さの凸部を有する第二のヒートシンクが、凸部の上面と溝底辺が合致するようにろう材により接着されている構造であるので、エッチング阻止層により溝の深さと幅を精度良く制御することができ、コンタクト層を設けることにより、電極との接触抵抗を低減することができる。また、上記同様、放熱性が向上するので端面破壊が起こる光出力を向上できる。

【0015】また、基板がGaAsからなり、かつ、エッチング阻止層がInGaPからなることにより、基板を硫酸系のエッチャントでエッチングすると、InGaPエッチング阻止層の表面でエッチングを停止させることができ、次にInGaPを塩酸系のエッチャントでエッチングすることにより、溝の深さと溝幅を高精度で制御することができる。

【0016】ヒートシンクは、Cu、AlN、SiCまたはダイヤモンドであることが望ましく、これらは高い熱伝導率を有しているので、放熱性が高く、特性の向上が図られる。

【0017】

【発明の実施の形態】以下に本発明の実施の形態を図面を用いて詳細に説明する。

【0018】本発明の第1の実施の形態による半導体レーザ装置について説明し、半導体レーザ素子の断面図を図1(a)に示し、該半導体レーザ素子がヒートシンクに接着された半導体レーザ装置の断面図を図1(b)に示す。

【0019】図1(a)に示すように、有機金属気相成長法により、n-GaAs基板11上に、n-GaAsバッファ層12、n-In_{0.49}Ga_{0.51}Pエッチング阻止層13、n-GaAsコンタクト層14、n-Ga_{1-z1}Al_{z1}As下部クラッド層15 (0.55 ≤ z1 ≤ 0.8)、nあるいはi-In_{0.49}Ga_{0.51}P下部光導波層16、In_{x3}Ga_{1-x3}As_{1-y3}Py₃量子井戸活性層17 (0 ≤ x ≤ 0.3, 0 ≤ y ≤ 0.6)、pあるいはi-In_{0.49}Ga_{0.51}P上部光導波層18、p-Ga_{1-z1}Al_{z1}As上部クラッド層19、p-GaAsコンタクト層20を成長する。その上に絶縁膜21を形成し、通常のリソグラフィーにより、幅200 μm程度のストライプ上の絶縁膜21を除去し、その後、p側電極22を形成する。

【0020】次に、基板の研磨を行い、裏面に絶縁膜23（図示せず）を形成し、通常のリソグラフィーで上記200 μ mストライプに対応した領域の幅300 μ mの絶縁膜23をストライプ状に除去する。この絶縁膜23をマスクとして、GaAs基板11をストライプ状に除去する。GaAs基板11の除去には、硫酸系またはアンモニア系のエッチャントを用いることにより、自動的にn-In_{0.49}Ga_{0.51}Pエッチング阻止層13でエッチングを停止させることができる。続いて、塩酸系エッチング液でn-In_{0.49}Ga_{0.51}Pエッチング阻止層13をエッチングする。塩酸系のエッチャントを用いることによりn-GaAsコンタクト層14は塩酸系のエッチャントではエッチングされないの、自動的にn-GaAsコンタクト層14でエッチングを停止させることができる。絶縁膜23を除去後、n側電極24を形成する。その後、劈開して形成した共振器面に高反射率コート、低反射率コートを行い、チップ化して半導体レーザ素子25を形成する。

【0021】次に、図1(b)に示すように、p側電極22をヒートシンク27にろう材26で接着し、n側電極24に、ストライプ幅に対応した凸部を有するヒートシンク29をろう材28で接着して半導体レーザ装置を完成させる。

【0022】本実施の形態では、ヒートシンクがGaAs基板側とp電極側の両方に接着されているので、両面からの放熱が可能であり、活性層の発熱を効率良く放熱でき、発熱による端面破壊等を防止することができ、最大光出力を向上させることができる。

【0023】本実施の形態では、ろう材28は凸部の上面のみにつけられているが、ヒートシンク29とn側電極24との空間すべてを埋めるようにつけられていてもよく、これにより、ヒートシンクと素子の接する面積が広くなるため、さらに放熱効率を向上できる。

【0024】量子井戸活性層17は、圧縮歪、格子整合または引っ張り歪のいずれの組成でもよい。

【0025】また、各クラッド層は、GaAs基板11に格子整合するInGaAlPまたはInGaAlAsP系であってもよい。

【0026】また、各ヒートシンクは、冷却手段を備えていてもよい。非導電性ヒートシンクを用いる場合は、各面をメタライズして導電性を持たせて使用することができる。

【0027】本実施の形態では、絶縁膜ストライプを形成した利得導波ストライプレーザについて記載しているが、本発明は、通常のリソグラフィーやドライエッチングによる加工を行ってできる屈折率導波機構付き半導体レーザ、回折格子付きの半導体レーザや光集積回路の作製にも用いることが可能である。

【0028】次に、本発明と比較するために作製した半導体レーザ装置について説明し、半導体レーザ素子の断面図を図2(a)に示し、該半導体レーザ素子がヒートシンクに接着された半導体レーザ装置の断面図を図2(b)

に示す。

【0029】図2(a)に示すように、有機金属気相成長法により、n-GaAs基板31上に、n-GaAsバッファ層32、n-In_{0.49}Ga_{0.51}Pエッチング阻止層33、n-GaAsコンタクト層34、n-Ga_{1-z1}Al_{z1}As下部クラッド層35（0.55 \leq z1 \leq 0.8）、nあるいはi-In_{0.49}Ga_{0.51}P下部光導波層36、In_{x3}Ga_{1-x3}As_{1-y3}Py₃量子井戸活性層37（0 \leq x3 \leq 0.3、0 \leq y3 \leq 0.6）、pあるいはi-In_{0.49}Ga_{0.51}P上部光導波層38、p-Ga_{1-z1}Al_{z1}As上部クラッド層39、p-GaAsコンタクト層40を成長する。その上に絶縁膜41を形成し、通常のリソグラフィーにより、幅200 μ m程度のストライプの絶縁膜41を除去し、p側電極42を形成する。次に、基板の研磨を行い、n側電極43を形成する。その後、劈開して形成した共振器面に高反射率コート、低反射率コートを行い、チップ化して半導体レーザ素子44を完成させる。

【0030】次に、図2(b)に示すように、上記のように作製した半導体レーザ素子44のp側電極42をろう材45により銅製のヒートシンク46に接着して半導体レーザ装置を完成させる。

【0031】次に、上記のように作製された本発明と比較するために作製した半導体レーザ装置と第1の実施の形態に示すような本発明の半導体レーザ装置の電流-光出力特性について説明し、そのグラフを図3に示す。ヒートシンクは電子冷却素子に接着され、温度を25℃に設定されている状態で測定している。図中のaが本発明の半導体レーザ装置の特性であり、bが本発明と比較するために作製した半導体レーザ装置の特性である。本発明と比較するために作製した半導体レーザ装置は、前述したように、p側電極が形成された端面のみがヒートシンクに接着されているものである。図3に示すように、本発明による半導体レーザ装置は、スロープ効率が高駆動電流側（駆動電流約5A以上）で改善されており、本発明と比較するために作製した半導体レーザ装置と比較して最大光出力が1W程度向上している。本発明の半導体レーザ装置は、素子の発熱がGaAs基板側と反対側の両面から放熱されており、COMDが抑制されているためである。

【0032】次に本発明の第2の実施の形態による半導体レーザ素子について説明し、その断面図を図4に示す。

【0033】図4に示すように、有機金属気相成長法によりn-GaAs基板51上に、n-GaAsバッファ層52、n-In_{x1}Ga_{1-x1}Pエッチング阻止層53（0 \leq x1 \leq 1）、n-GaAsコンタクト層54、n-In_{0.5}(Ga_{1-z2}Al_{z2})_{0.5}P下部クラッド層（0.2 \leq z2 \leq 1）55、nあるいはi-In_{0.49}Ga_{0.51}P下部光導波層56、In_{x3}Ga_{1-x3}As_{1-y3}Py₃量子井戸活性層57（0 \leq x3 \leq 0.3、0 \leq y3 \leq 0.6）、pあるいはi-In_{0.49}Ga_{0.51}P上部光導波層58、p-In_{0.5}(Ga_{1-z2}Al_{z2})_{0.5}P上部第1クラッド層59、p-In_{x4}Ga_{1-x4}As_{1-y4}Py₄エッチング

阻止層 ($0 \leq x_4 \leq 0.3$, $0 \leq y_4 \leq 0.6$) 60、 $n\text{-In}_{0.5}(\text{Ga}_{1-2x_3}\text{Al}_{2x_3})_{0.5}\text{P}$ 電流狭窄層 ($z_2 < z_3$) 61、 $n\text{-GaAs}$ キャップ層62 (図示せず) を成長する。この後、レジストを塗布し通常のリソグラフィーにより、レーザのへき開面に垂直な方向に、幅 $1\mu\text{m} \sim 3\mu\text{m}$ 程度のストライプ領域を除去する。硫酸系エッチャントでGaAsキャップ層62を除去し、塩酸系のエッチャントで、 $n\text{-In}_{0.5}(\text{Ga}_{1-2x_3}\text{Al}_{2x_3})_{0.5}\text{P}$ 電流狭窄層61を除去し、レジストの除去後、硫酸系のエッチャントで、溝底面の $p\text{-InGaAsP}$ エッチング阻止層60に残った $n\text{-GaAs}$ キャップ層62を除去する。引き続き、 $p\text{-In}_{0.5}(\text{Ga}_{1-2x_3}\text{Al}_{2x_3})_{0.5}\text{P}$ 上部第2クラッド層63、 $p\text{-GaAs}$ コンタクト層64を成長する。上部第1クラッド層59の厚みは、単一基本モードによる屈折率導波が高出力まで達成できるような厚みとする。続いて、 $p\text{-GaAs}$ コンタクト層64の上に p 側電極65を形成する。

【0034】次に、基板の研磨を行い、裏面に絶縁膜 (図示せず) を形成し、通常のリソグラフィーで上記ストライプに対応した領域の幅 $300\mu\text{m}$ の絶縁膜をストライプ状に除去する。この絶縁膜をマスクとして、GaAs基板51をストライプ状に除去する。GaAs基板51の除去には、硫酸系またはアンモニア系のエッチャントを用いることにより、自動的に $n\text{-In}_{x_1}\text{Ga}_{1-x_1}\text{P}$ エッチング阻止層53でエッチングを停止させることができる。次に、塩酸系エッチング液で $n\text{-In}_{x_1}\text{Ga}_{1-x_1}\text{P}$ エッチング阻止層53を除去する。塩酸系のエッチャントを用いることにより $n\text{-GaAs}$ コンタクト層54は塩酸系のエッチャントではエッチングされないで、自動的に $n\text{-GaAs}$ コンタクト層54でエッチングを停止させることができる。絶縁膜を除去後、 n 側電極66を形成する。その後、劈開して形成した共振器面に高反射率コート、低反射率コートを行い、チップ化して、半導体レーザ素子を完成させる。

【0035】上記ように作製される半導体レーザ素子を、第1の実施の形態による半導体レーザ装置と同様に、凸部を有するヒートシンクに、GaAs基板51側に形成された溝部分を凸部と合致するように、ろう材で接着し、 p 側電極65をヒートシンクに接着することにより、活性領域の発熱を p 側電極側と n 側電極側の両方から放熱できるため、単一横モードを保ったまま、高いレベルの光出力のレーザ光を発生させることができる。

【0036】本実施の形態では、ストライプ幅 (電流狭窄層が除去されてできた溝の底辺の幅) が $1\mu\text{m} \sim 3\mu\text{m}$ の基本横モード発振するレーザについて述べたが、本発明はストライプ幅を $3\mu\text{m}$ 以上にした幅広ストライプ半導体レーザにも適用することが可能である。

【0037】上記2つの実施の形態では、GaAs基板は n 型の導電性のもので記述しているが、 p 型の導電性の基板を用いて半導体レーザ装置を形成してもよく、こ

の場合、上記すべての導電性を反対にして積層すればよい。

【0038】また、上記2つの実施の形態による半導体レーザ装置の発振する波長 λ に関しては、 $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}_{1-y}\text{Py}$ ($0 \leq x \leq 0.3$, $0 \leq y \leq 0.6$) からなる組成の活性層より、 $760 < \lambda < 1200$ (nm) の範囲で制御が可能である。

【0039】本発明は、InP基板上に形成される1200nm \sim 1600nm帯、あるいは、GaAs基板上に形成されInGaAlP系で構成される600nm \sim 720nm帯の半導体レーザのにも適用することができる。

【0040】また、半導体層各層の成長法としては、固体あるいはガスを原料とする分子線エピタキシャル成長法であってもよい。

【0041】本発明の半導体レーザ装置は、放熱性が向上されており、高出力下でも信頼性が高く、安定した発振モードを得ることができるので、高速な情報・画像処理及び通信、計測、医療、印刷の分野での光源として応用可能である。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態による半導体レーザ素子および半導体レーザ装置を示す断面図

【図2】本発明と比較するために作製した半導体レーザ素子および半導体レーザ装置を示す断面図

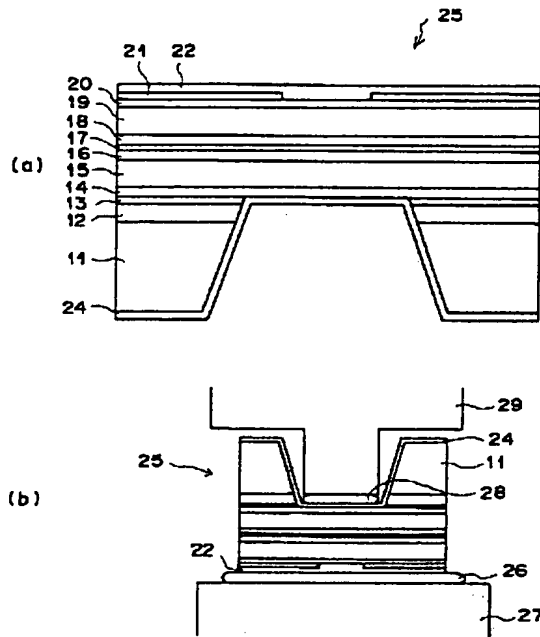
【図3】本発明と本発明と比較するために作製した半導体レーザ装置の電流-光出力特性を示すグラフ

【図4】本発明の第2の実施の形態による半導体レーザ素子を示す断面図

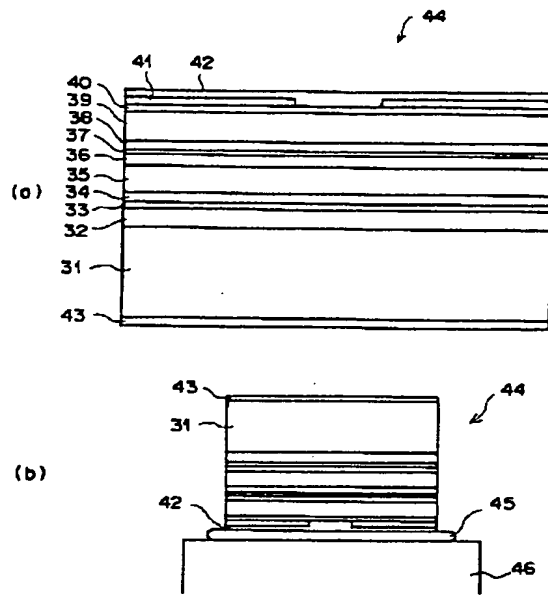
【符号の説明】

- 11 $n\text{-GaAs}$ 基板
- 12 $n\text{-GaAs}$ バッファ層
- 13 $n\text{-In}_{0.49}\text{Ga}_{0.51}\text{P}$ エッチング阻止層
- 14 $n\text{-GaAs}$ コンタクト層
- 15 $n\text{-Ga}_{1-2x_1}\text{Al}_{2x_1}\text{As}$ 下部クラッド層
- 16 n あるいは $i\text{-In}_{0.49}\text{Ga}_{0.51}\text{P}$ 下部光導波層
- 17 $\text{In}_{x_3}\text{Ga}_{1-x_3}\text{As}_{1-y_3}\text{Py}_3$ 量子井戸活性層
- 18 p あるいは $i\text{-In}_{0.49}\text{Ga}_{0.51}\text{P}$ 上部光導波層
- 19 $p\text{-Ga}_{1-2x_1}\text{Al}_{2x_1}\text{As}$ 上部クラッド層
- 20 $p\text{-GaAs}$ コンタクト層
- 21 絶縁膜
- 22 p 側電極
- 23 絶縁膜
- 24 n 側電極
- 25 半導体レーザ素子
- 26, 28 ろう材
- 27, 29 ヒートシンク

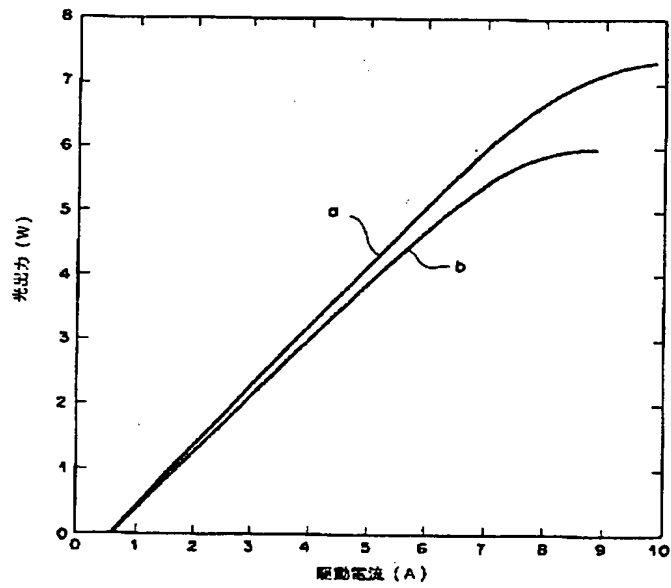
【図1】



【図2】



【図3】



【図4】

